

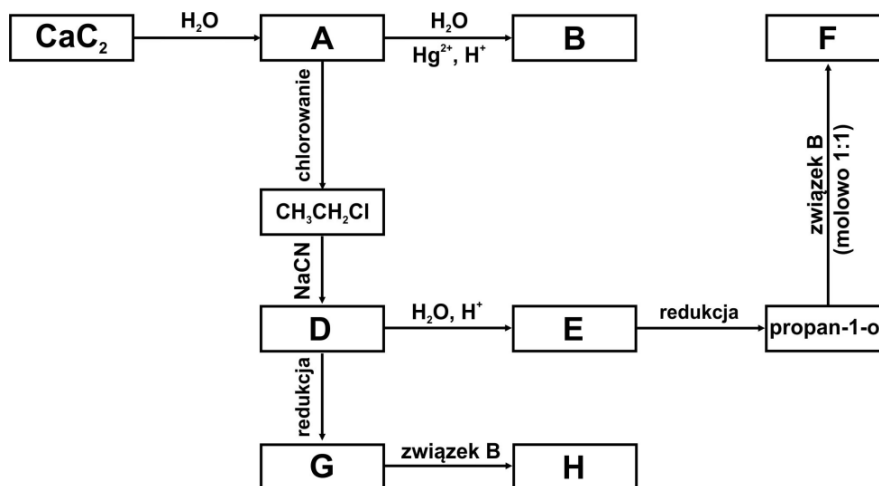
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA im. Stanisława Staszica w KRAKOWIE
OLIMPIADA „O DIAMENTOWY INDEKS AGH” (IX edycja – etap I)
tematy zadań

UWAGA: za każde zadanie można otrzymać maksymalnie 20 punktów
Zakres tematyczny zadań tego etapu obowiązuje również na kolejnych etapach Olimpiady

1. Próbkę stopu na elektrody do akumulatorów ołowiowych składającego się z Pb, Sn i Ca o masie 3,118 g rozdrobnilo, a następnie rozpuszczono, stosując nadmiar kwasu azotowego(V) (rozcieńczonego tak by uniknąć wytrącenia trudnorozpuszczalnego uwodnionego tlenku cyny(IV)), otrzymując roztwór azotanów(V) odpowiednich jonów metali. Powstały roztwór rozcieńczono wodą do 200,0 cm³. Z roztworu pobrano 25,00 cm³ i strącono trudnorozpuszczalne siarczki, których masa wyniosła 0,4464 g. Po wyprażeniu mieszaniny siarczków w powietrzu w temperaturze 800°C, w której całość ołowiu przeszła w tlenek ołowiu(II), a całość cyny w tlenek cyny(IV), masa osadu wyniosła 0,4168 g. Następnie, z otrzymanego roztworu pobrano kolejne 25,00 cm³, dodano nadmiar roztworu siarczanu(VI) sodu, a wytrącony ilościowo osad trudnorozpuszczalnych siarczanów wyprażono w 400°C pozbawiając je wody krystalizacyjnej, w wyniku czego otrzymano 0,5694 g odpowiednich siarczanów. Podaj procentowy skład stopu oraz udział procentowy poszczególnych azotanów(V) w roztworze powstałym po roztworzeniu stopu. Zapisz równania reakcji zachodzących podczas roztwarzania stopu w HNO₃ oraz w czasie strącania i prażenia osadów.
2. Do 200,0 cm³ 0,25-molowego wodnego roztworu amoniaku dodano:
 - a) 10,0 cm³ 0,50-molowego roztworu kwasu solnego
 - b) następnie dodano jeszcze 90,0 cm³ 0,50-molowego roztworu kwasu solnego
 - c) dolano kolejne 75,0 cm³ 0,50-molowego roztworu kwasu solnego.Oblicz pH wyjściowego roztworu amoniaku oraz pH roztworów po dodaniu kwasu solnego. Stała dysocjacji amoniaku wynosi 1,80 · 10⁻⁵. Podaj równania wszystkich równowag mających miejsce w otrzymanych roztworach na poszczególnych etapach miareczkowania. W przypadku stosowania przybliżeń, wyjaśnij ich zasadność. We wszystkich przypadkach zaniedbaj kontrakcję objętości oraz proces autodysocjacji wody.
3. Wodór jako nośnik energii jest stosowany w ogniwach paliwowych. W ogniwie paliwowym typu PEFC zachodzą następujące reakcje;
katoda: $O_{2(g)} + 4e^- + 4H^+ \rightarrow 2H_2O_{(c)}$, anoda: $2H_{2(g)} \rightarrow 4H^+ + 4e^-$
Wypadkowa reakcja zachodząca w PEFC to: $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(c)}$.
 - a) Oblicz standardową siłę elektromotoryczną SEM ogniwa wiedząc, że zmiana entalpii swobodnej tworzenia wody (w stanie ciekłym) wynosi -237,2 kJ/mol.
 - b) Jakie ciśnienie wodoru nie spowoduje zmiany SEM ogniwa obliczonego w punkcie a), jeżeli tlen dostarczony do katody jest w formie powietrza o ciśnieniu 1atm i zawartości objętościowej O_{2(g)} 21%.
 - c) Przez ogniwo przepłynął ładunek 386000C. W warunkach pracy ogniwa wodór dostarczany jest w wyniku reformingu metanu: $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$ (reakcja zachodzi z wydajnością 80%). Jaką objętość metanu należy użyć? Sprawność ogniwa wynosi PEFC to 55%.
Wszystkie obliczenia należy wykonać dla warunków standardowych.
4. Miedziany kalorymetr o masie 1,500 kg zawiera 0,750 kg lodu o temperaturze -10,0°C.
 - a) Oblicz molową zmianę entalpii topnienia lodu wiedząc, że w wyniku dostarczenia do układu 2374,8 kJ energii na sposób ciepła w kalorymetrze otrzymano parę wodną o temperaturze 120,0°C.
 - b) Ile cm³ wody o temperaturze 40,0°C należy dodać do kalorymetru, aby całkowicie stopić znajdujący się w nim lód?

Wszystkie procesy zachodzą w warunkach izobarycznych pod ciśnieniem 1 atmosfery.
 Ciepło właściwe miedzi wynosi $0,385 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$; Ciepło właściwe lodu wynosi $2,094 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$;
 Ciepło właściwe wody wynosi $4,186 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$; Ciepło właściwe pary wodnej wynosi $1,840 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$;
 Ciepło molowe parowania wody (w temperaturze wrzenia) $40,63 \text{ kJ/mol}$; Gęstość wody w temp. $40,0^\circ\text{C}$ $0,9922 \text{ g/cm}^3$

5. Przeanalizuj graf obrazujący ciąg reakcji, jakim ulegają związki organiczne i wykonaj polecenia znajdujące się pod grafem.



- Zapisz równania reakcji otrzymywania związków D, E i F.
- Podaj typy i mechanizm reakcji otrzymywania związków D i F.
- Podaj nazwy szeregów homologicznych, do których należą związki D, E i F.
- Związek F reaguje z propan-1-olem w stosunku molowym 1:1. Podaj wzór produktu, nazwę szeregu homologicznego, do którego należy otrzymany związek oraz typ i mechanizm zachodzącej reakcji.
- Związek D można zredukować do związku G zawierającego azot, a powstała substancja G reaguje ze związkiem B dając produkt H. Zapisz równanie tej reakcji oraz podaj nazwę szeregu homologicznego, do którego należy powstały związek H.
- Związek G rozpuszcza się w wodzie. Zapisz równanie reakcji związku G z wodą. Oblicz pH powstałego roztworu, w którym stężenie związku G wynosi $0,0121 \text{ mol/dm}^3$. $K_{\text{dys}} = 4,7 \cdot 10^{-4}$.
- Propan-1-ol można utlenić do związku E za pomocą silnego utleniacza, jakim jest manganian(VII) potasu w środowisku kwaśnym. Zapisz równanie tej reakcji w postaci jonowej i uzgodnij je wykorzystując bilans elektronowo-jonowy.

Dane, które należy przyjmować w obliczeniach:

stała gazowa: $R = 8,314 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$,

objętość molowa gazu doskonałego: $V_{\text{mol}} = 22,41 \text{ dm}^3$, $1 \text{ atm} = 101,325 \text{ kPa}$

masy atomowe:

H – 1,008 C – 12,01 N – 14,01 O – 16,00 Na – 23,00 S – 32,07 Sn – 118,7
 Ca – 40,08 Cu – 63,55 Pb – 207,2

Literatura

- Adam Bielański *Podstawy chemii nieorganicznej* Wydawnictwo Naukowe PWN, 2002
- Peter William Atkins *Chemia fizyczna* tłum. Dorota Jamróz et al. Wydawnictwo Naukowe PWN, 2001
- John McMurry *Chemia organiczna* tłum. W. Boczoń, H. Koroniak, J. Milecki Wydawnictwo Naukowe PWN, 2003